

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-248318

(43)Date of publication of application : 27.09.1996

(51)Int.Cl.

G02B 15/20

G02B 13/18

(21)Application number : 07-048665

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 08.03.1995

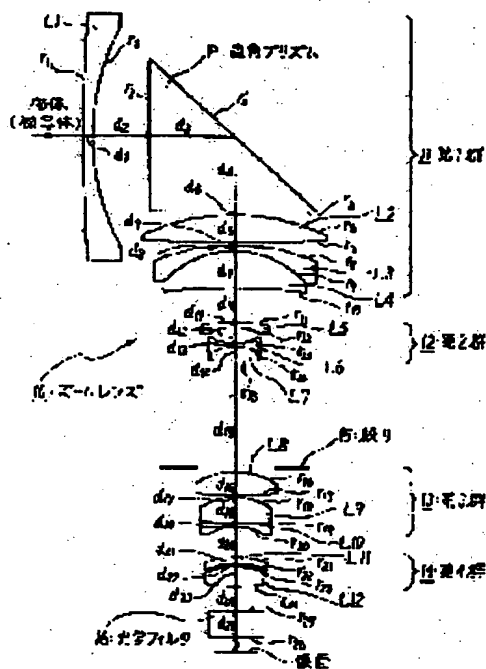
(72)Inventor : NANJO YUSUKE

## (54) ZOOM LENS

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a zoom lens capable of enhancing the degree of freedom in design without making a video camera thick or slender and making the diameter of a front lens smaller though the angle of view at a wide-angle end is wide.

**CONSTITUTION:** This zoom lens 10 is constituted by arranging a 1st group 11 having positive refractive power, a 2nd group 12 having negative refractive power, a diaphragm 15, a 3rd group 13 having the positive refractive power, and a 4th group 14 having the positive refractive power in order from an object side. The 1st and the 2nd groups 11 and 12 constitute a variable power system. The 1st group 11 is constituted by arranging a concave lens L1, a rectangular prism P, a convex lens L2, and a bonded lens of a concave lens L3 and a convex lens L4 in order from the object side. Since the optical axis of a light beam from the object is bent at a right angle by the prism P, the length in an incident optical axis direction is drastically shortened. By allowing the prism P to intervene, a distance between the concave lens L1 and the group of the lenses L2 to L4 becomes long and the rear side principal point of the 1st group 11 are brought near to the rear, so that the focal distance of the 1st group 11 is shortened, which is advantageous to attain the wide angle.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-248318

(43) 公開日 平成8年(1996)9月27日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 15/20

13/18

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 15/20

13/18

技術表示箇所

(21) 出願番号 特願平7-48665

(22) 出願日 平成7年(1995)3月8日

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全9頁)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 南條 雄介

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

株式会社内

(74) 代理人 弁理士 山口 邦夫 (外1名)

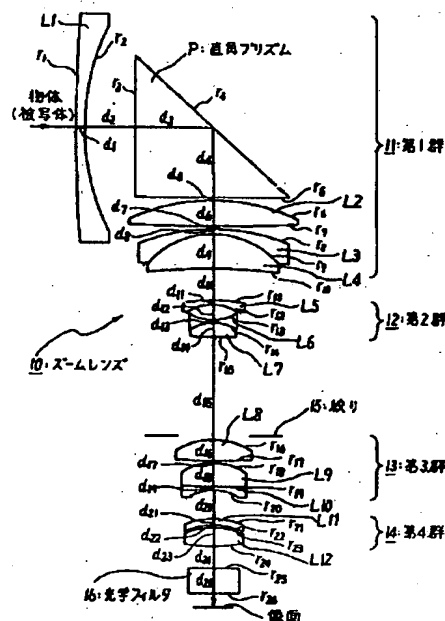
(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

(57) 【要約】

【目的】 ビデオカメラを分厚くも細長くもせずにデザインの自由度を高めることができ、また広角端の画角が広い割には前玉径を小さくできるズームレンズを得る。

【構成】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1群11と、負の屈折力を有する第2群12と、絞り15と、正の屈折力を有する第3群13と、正の屈折力を有する第4群14とを配置してズームレンズ10を構成する。第1群11と第2群12は変倍系を構成する。凹レンズL1、直角プリズムP、凸レンズL2、凹レンズL3及び凸レンズL4の接合レンズを物体側より順に配して第1群11を構成する。物体からの光線の光軸は直角プリズムPで直角に曲げられるため、入射光軸方向の長さが大幅に短くなる。直角プリズムPの介在で凹レンズL1とL2～L4のレンズ群の間隔が広がって第1群11の後側主点を後ろに寄せる構成となり、第1群11の焦点距離を短くできて広角化に有利となる。

実施例の構成



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1群と負の屈折力を有する第2群とよりなる変倍系と、絞りと、正の屈折力を有し常時固定の第3群と、正の屈折力を有し変倍時および被写体距離の変化時等に焦点位置を調節するための移動可能な第4群とが配置されたズームレンズにおいて、

上記第1群は、第1の凹レンズ、直角プリズム、第1の凸レンズ、第2の凹レンズおよび第2の凸レンズの接合レンズが上記物体側より順に配されてなるズームレン

ズ。  
【請求項2】 上記第1群が下記(1)、(2)の条件をほぼ満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$(1) \quad 1.72 < n_1$$

$$(2) \quad -7 < \nu_1 - \nu_2 < 15$$

ただし、 $n_1$ ：第1の凹レンズの媒質のe線における屈折率

$\nu_1$ ：第1の凹レンズの媒質のe線におけるアッペ致

$\nu_2$ ：第1の凸レンズの媒質のe線におけるアッペ致

【請求項3】 上記第1群が下記(1)の条件をほぼ満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

$$(1) \quad 1.65 < n_r$$

ただし、 $n_r$ ：直角プリズムの媒質のe線における屈折率

【請求項4】 上記第1群の第2の凸レンズの像側の面が非球面であることを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、例えばビデオカメラ等に適用して好適なズームレンズに関する。詳しくは、変倍系を構成する第1群を第1の凹レンズ、直角プリズム、第1の凸レンズ、第2の凹レンズおよび第2の凸レンズの接合レンズを配した構成とすることによって、入射光軸方向の長さを大幅に短くすると共に、広角端の面角が広い割に前玉径を小さくできるようにしたズームレンズに係るものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、ビデオカメラに使用されるズームレンズは、全体として正、負、正、正の屈折力配置で、固定の第3群の直前に絞りを配置し、負の屈折力の第2群を移動して主に変倍を行うと共に、正の屈折力の第4群を移動して焦点位置を調節する、いわゆるインナーフォーカス式ズームレンズになっている。このインナーフォーカス式ズームレンズを使用することで、従来のいわゆる前玉繰り出し式ズームレンズを使用するものに比べてビデオカメラの小型化を達成できる（特開平3-33710号公報参照）。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、インナーフォーカス式ズームレンズになって小型化が達成されたと言っても、非球面レンズの効果と合わせて、前玉繰り出し式ズームレンズに比べて全長比でおよそ70%程度になっただけで、撮像素子の厚みや撮像素子の後ろに置く回路基板の厚みも含めて考えると、光学系全長が短くなったほどには、ビデオカメラ全体の小型化には寄与していない。ビデオカメラのデザインは、メカデッキと電池とレンズの配置とでほぼ決まると言っても過言ではなく、直方体のメカデッキの横にレンズを配置すれば分厚いデザインになり、メカデッキの前に配置すれば極めて細長いデザインとなる。

【0004】 この発明は、ビデオカメラを分厚くも細長くもせずにデザインの自由度を高めることができるズームレンズを提供することを目的とする。また、この発明は、スチルカメラ用標準ズームレンズに比べて広角端の面角が狭いというビデオカメラ用高倍率ズームレンズの欠点を解決することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 この発明は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1群と負の屈折力を有する第2群とよりなる変倍系と、絞りと、正の屈折力を有し常時固定の第3群と、正の屈折力を有し変倍時および被写体距離の変化時等に焦点位置を調節するための移動可能な第4群とが配置されたズームレンズにおいて、第1群は、第1の凹レンズ、直角プリズム、第1の凸レンズ、第2の凹レンズおよび第2の凸レンズの接合レンズが物体側より順に配されてなるものである。

## 【0006】

【作用】 物体（被写体）からの光線は、第1群を構成する第1の凹レンズを通過し、直角プリズムで光軸方向が直角に曲げられ、その後第1群を構成する第1の凸レンズ、第2の凹レンズおよび第2の凸レンズの接合レンズを通過して第2群に入射される。主光線は第1の凹レンズで傾角が小さくされて直角プリズムに入射される。また、第1の凹レンズと全体で正の屈折力を持つ第1の凸レンズ、第2の凹レンズ、第2の凸レンズのレンズ群とは直角プリズムを介在させることで間隔が広がり、第1群の後側主点を後ろに寄せる構成となる。

## 【0007】

【実施例】 以下、図1を参照しながら、この発明に係るズームレンズの一実施例について説明する。本例のズームレンズ10は、物体側より順に、正の屈折力を有する第1群11と、負の屈折力を有する第2群12と、絞り15と、正の屈折力を有する第3群13と、正の屈折力を有する第4群14とが配置されて構成される。第1群11と第2群12とは変倍系を構成しており、第2群12を移動して変倍が行われる。また、第4群14を移動させることで変倍時および被写体距離の変化時等に焦点

3

位置が調節される。なお、第4群14と像面との間には平面ガラスよりなる光学フィルタ16が配置される。

【0008】第1群11は、凹レンズL1、直角プリズムP、凸レンズL2、凹レンズL3および凸レンズL4の接合レンズが物体側より順に配されて構成される。直角プリズムPは、凹レンズL1を通過した光線の光軸を直角に曲げるように作用する。凸レンズL4は、後述する実施例1では球面レンズとされるが、後述する実施例2では像側の面が非球面とされる。また、第2群12は、凹レンズL5、凹レンズL6および凸レンズL7が物体側より順に配されて構成される。

【0009】また、第3群13は、凸レンズL8、凸レンズL9および凹レンズL10が物体側より順に配されて構成される。凸レンズL8の物体側の面は非球面とされる。また、第4群14は、屈折力の弱いレンズL11および両凸レンズL12が物体側より順に配されて構成される。レンズL11はプラスチック製で、像側の面は非球面とされる。レンズL11は屈折力が極めて弱く、厚みが薄いため、成形時の収縮や温度変化による面精度の誤差が性能に及ぼす敏感度が小さいという特長があり、コストの削減と高性能化を両立させている。

【0010】また、本例のズームレンズ10は、実施結果等に基づき、以下の(1)～(3)の条件を満足するように形成されている。なお、(1)および(2)の条件、または(3)の条件のいずれかを満足するように形成してもよい。

【0011】(1)  $1.72 < n_1$

(2)  $-7 < \nu_1 - \nu_2 < 15$

(3)  $1.65 < n_r$

ただし、 $n_1$ ：凹レンズL1の媒質のe線における屈折率

$\nu_1$ ：凹レンズL1の媒質のe線におけるアッペ数

$\nu_2$ ：凸レンズL2の媒質のe線におけるアッペ数

$n_r$ ：直角プリズムPの媒質のe線における屈折率

【0012】(1)の条件は、広角端における主光線の光線高が最も高い凹レンズL1から発生する筒型の歪曲収差を小さく抑えるための条件で、屈折率 $n_1$ を高くす

4

ることでr<sub>1</sub>面の曲率を緩くでき、歪曲収差の矯正を容易にする。

【0013】(2)の条件は、広角端における倍率の色収差の補正に関するものである。凹レンズL1で発生した倍率の色収差は、主光線の光線高が比較的高い凸レンズL2で補正する必要がある。(1)の条件とガラスのコストなどから凹レンズL1のガラスを決めると、倍率の色収差の補正には凸レンズL2のアッペ数が下限を越えるとg線が内側に移り、上限を越えるとg線が外側に移るとともに望遠端の軸上色収差の補正が困難となる。

【0014】(3)の条件は、直角プリズムPで全反射を起こさせるためのもので、直角プリズムPの屈折率 $n_r$ を高くすることで、広角端の主光線の直角プリズムP内での傾角を小さくするとともに、臨界角を大きくして全反射を応用できるようにし、光量損失を最小限にする。

【0015】以上の構成において、物体(被写体)からの光線は、第1群11を構成する凹レンズL1を通過し、直角プリズムPで光軸方向が直角に曲げられ、その後第1群11を構成する凸レンズL2、凹レンズL3および凸レンズL4の接合レンズを通過し、さらに第2群12、絞り15、第3群13、第4群14および光学フィルタ16を通過して像面に到達する。この場合、直角プリズムPで光軸を1回折り曲げることにより、撮像素子上の像は左右または上下が反転した像となるが、ビデオカメラでは信号処理などで正立正像に直すことは容易にできる。

【0016】以下に、実施例1および実施例2の数値例を示す。この数値例において、 $r_i$  ( $i=1\sim 26$ )はi番目の面の曲率半径[mm]、 $d_i$  ( $i=1\sim 25$ )はi番目の面間隔[mm]、 $n_j$  ( $j=1\sim 13$ )はj番目の媒質のe線における屈折率、 $\nu_j$  ( $j=1\sim 13$ )はj番目の媒質のe線におけるアッペ数、 $n_p$ は直角プリズムPの媒質のe線における屈折率、 $\nu_p$ は直角プリズムPの媒質のe線におけるアッペ数である。

【0017】【実施例1】

A. (各面の曲率半径、各面の間隔、各媒質の屈折率、各媒質のアッペ数)

$r_1$	400.	$d_1$	1.	$n_1$	1.83930	$\nu_1$	37.1
$r_2$	38.253	$d_2$	4.3				
$r_3$	$\infty$	$d_3$	10.	$n_r$	1.70559	$\nu_r$	40.9
$r_4$	$\infty$	$d_4$	9.5	$n_r$	1.70559	$\nu_r$	40.9
$r_5$	$\infty$	$d_5$	1.				
$r_6$	61.845	$d_6$	2.75	$n_2$	1.83930	$\nu_2$	37.1
$r_7$	-61.845	$d_7$	0.2				
$r_8$	16.539	$d_8$	0.75	$n_3$	1.85505	$\nu_3$	23.6
$r_9$	10.101	$d_9$	4.815	$n_4$	1.69980	$\nu_4$	55.3
$r_{10}$	62.756	$d_{10}$					
$r_{11}$	94.821	$d_{11}$	0.5	$n_5$	1.83930	$\nu_5$	37.1
$r_{12}$	5.389	$d_{12}$	1.72				

6

$r_{13}$	-6.762	$d_{13}$	0.5	$n_6$	1.66152	$v_6$	50.6
$r_{14}$	7.132	$d_{14}$	1.823	$n_7$	1.85505	$v_7$	23.6
$r_{15}$	-32.461	$d_{15}$					
$r_{16}$	7.096	$d_{16}$	4.183	$n_8$	1.69661	$v_8$	53.0
$r_{17}$	-25.713	$d_{17}$	0.2				
$r_{18}$	20.07	$d_{18}$	2.064	$n_9$	1.51872	$v_9$	64.0
$r_{19}$	-29.137	$d_{19}$	0.5	$n_{10}$	1.85505	$v_{10}$	23.6
$r_{20}$	7.517	$d_{20}$					
$r_{21}$	10.	$d_{21}$	0.8	$n_{11}$	1.494	$v_{11}$	56.8
$r_{22}$	10.	$d_{22}$	0.2				
$r_{23}$	8.167	$d_{23}$	2.943	$n_{12}$	1.51872	$v_{12}$	64.0
$r_{24}$	-13.305	$d_{24}$					
$r_{25}$	$\infty$	$d_{25}$	3.32	$n_{13}$	1.55898	$v_{13}$	58.3
$r_{26}$	$\infty$						

**[0018]**

### B. (非球面係數)

非球面係數	A <sub>4</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>10</sub>
r <sub>16</sub> 面	-0.3923×10 <sup>-3</sup>	-0.4897×10 <sup>-5</sup>	0.3836×10 <sup>-7</sup>	-0.3000×10 <sup>-8</sup>
r <sub>22</sub> 面	0.9229×10 <sup>-3</sup>	0.1212×10 <sup>-4</sup>	-0.4148×10 <sup>-8</sup>	0.1810×10 <sup>-8</sup>

非球面の定義: $x_1 = H^2 / r_1 \{ 1 + (1 - H^2 / r_1^2)^{1/2} \} + \sum A_j H^j$	$d_{20}$	3.884	1.441	3.874
	$d_{24}$	2.213	4.657	2.223

ただし、 $x_1$  : 非球面の深さ

H : 光軸からの高さ

【0019】C. (絞りの位置、焦点位置)

絞りは  $r_{16}$  面の前方0.7mm、焦点位置は  $r_{26}$  面の後方2.0mm

【0020】D. (焦点距離  $f$  [mm] に対応した各面の間隔)

焦点距離 f	3.72	14.296	28.644
Fナンバー	1.43	1.92	2.35
d <sub>10</sub>	0.9	10.172	13.507
d <sub>15</sub>	14.757	5.485	2.15

【0021】図2、図3および図4は、それぞれ  $f=3.72$ 、 $f=14.296$  および  $f=28.644$  であるときの球面収差、非点収差、歪曲収差を示している。すなわち、図2は広角端、図3は中間の焦点距離、図4は望遠端におけるものである。図2～図4において、実線  $e$  は  $e$  線における球面収差、一点鎖線  $c$  は  $c$  線における球面収差、破線  $g$  は  $g$  線における球面収差を示している。また、図2～図4において、実線  $S$  はサジタル平面における非点収差、破線  $M$  はメリジオナル平面における非点収差である。なお、 $F$  は  $F$  ナンバー、 $\omega$  は半面角を示している。

**【0022】 [实施例2]**

A. (各面の曲率半径、各面の間隔、各媒質の屈折率、各媒質のアップ係数)

$r_1$	315.511	$d_1$	1.	$n_1$	1.77621	$v_1$	49.4
$r_2$	35.068	$d_2$	6.464				
$r_3$	$\infty$	$d_3$	10.	$n_2$	1.70559	$v_2$	40.9
$r_4$	$\infty$	$d_4$	9.5	$n_2$	1.70559	$v_2$	40.9
$r_5$	$\infty$	$d_5$	0.5				
$r_6$	25.67	$d_6$	3.62	$n_2$	1.83930	$v_2$	37.1
$r_7$	-270.691	$d_7$	0.2				
$r_8$	24.568	$d_8$	0.75	$n_3$	1.85505	$v_3$	23.6
$r_9$	11.111	$d_9$	4.702	$n_4$	1.69661	$v_4$	53.0
$r_{10}$	75.94	$d_{10}$					
$r_{11}$	20.69	$d_{11}$	0.5	$n_5$	1.83962	$v_5$	42.8
$r_{12}$	5.469	$d_{12}$	2.064				
$r_{13}$	-6.748	$d_{13}$	0.5	$n_6$	1.66152	$v_6$	50.6
$r_{14}$	7.407	$d_{14}$	1.765	$n_7$	1.85505	$v_7$	23.6
$r_{15}$	-80.117	$d_{15}$					
$r_{16}$	8.771	$d_{16}$	2.897	$n_8$	1.69661	$v_8$	53.0
$r_{17}$	-79.477	$d_{17}$	0.2				

$r_{18}$	7.106	$d_{18}$	3.111	$n_9$	1.51978	$v_9$	51.9
$r_{19}$	-66.263	$d_{19}$	0.5	$n_{10}$	1.85505	$v_{10}$	23.6
$r_{20}$	5.762	$d_{20}$					
$r_{21}$	10.	$d_{21}$	0.8	$n_{11}$	1.494	$v_{11}$	56.8
$r_{22}$	10.	$d_{22}$	0.2				
$r_{23}$	7.657	$d_{23}$	2.691	$n_{12}$	1.51872	$v_{12}$	64.0
$r_{24}$	-16.529	$d_{24}$					
$r_{25}$	$\infty$	$d_{25}$	3.32	$n_{13}$	1.55898	$v_{13}$	58.3
$r_{26}$	$\infty$						

【0023】

10

## B. (非球面係数)

非球面係数	$A_4$	$A_6$	$A_8$	$A_{10}$
$r_{10}$ 面	$0.1383 \times 10^{-4}$	$0.4175 \times 10^{-7}$		
$r_{16}$ 面	$-0.1518 \times 10^{-3}$	$-0.1521 \times 10^{-6}$		
$r_{22}$ 面	$0.9186 \times 10^{-3}$	$-0.1178 \times 10^{-4}$	$0.1273 \times 10^{-5}$	$-0.2186 \times 10^{-7}$

## 【0024】C. (絞りの位置、焦点位置)

絞りは $r_{16}$ 面の前方0.7mm、焦点位置は $r_{26}$ 面の後方2.0mm

【0025】D. (焦点距離 $f$ [mm]に対応した各面の間隔)

焦点距離 $f$	3.72	17.336	35.711
Fナンバー	1.63	1.88	2.55
$d_{10}$	0.9	12.482	16.214
$d_{16}$	17.464	5.882	2.15
$d_{20}$	4.826	1.555	4.816
$d_{24}$	2.104	5.285	2.024

【0026】図5、図6および図7は、それぞれ $f=3.72$ 、 $f=17.336$ および $f=35.711$ であるときの球面収差、非点収差、歪曲収差を示している。すなわち、図5は広角端、図6は中間の焦点距離、図7は望遠端におけるものである。図5～図7において、実線 $e$ は $e$ 線における球面収差、一点鎖線 $c$ は $c$ 線における球面収差、破線 $g$ は $g$ 線における球面収差を示している。また、図5～図7において、実線 $S$ はサジタル平面における非点収差、破線 $M$ はメリジオナル平面における非点収差である。なお、 $F$ はFナンバー、 $\omega$ は半画角を示している。

【0027】以上説明した本例のズームレンズ10においては、第1群11を構成する直角プリズムPで光軸が直角に曲げられるため、入射光軸方向の長さを大幅に短くできる。そのため、例えばビデオカメラに使用する場合、直方体のメカデッキの前に配置することで、ビデオカメラを分厚くも細長くもしないようにできる。

【0028】また、本例のズームレンズ10においては、広角端の画角が広いわりには前玉径を小さくできる。すなわち、凹レンズL1で主光線の傾角を小さくしたあとに直角プリズムPを配置しているため、画角が広いにも拘らず直角プリズムPは小さくて済む。また、凹レンズL1と全体で正の屈折力を持つL2、L3、L4のレンズ群とは、直角プリズムPが介在されることで間隔が広がり、第1群11の後側主点を後ろに寄せる構成

となるため、第1群11の焦点距離を短くできて広角化に有利となる。

【0029】なお、直角プリズムPを従来のズームレンズの前に配置する場合を考えると、画角を包含する大きさの直角プリズムPが必要となり、広角化すると直角プリズムPが巨大になる。また、第1群11と第2群12の間隔を広げて直角プリズムPを配置する場合を考えると、第1群11と第2群12の間では主光線の傾角が入射傾角より大きいため、直角プリズムPはさらに巨大になる。さらに、第2群12の移動空間より後ろに直角プリズムPを配置する場合を考えると、入射光軸の長さを大幅に短くできなくなる。

【0030】また、本例のズームレンズ10においては、第1群11を構成する凸レンズL4の像側の面を非球面としたので、光軸を折り曲げた後のレンズ全長を短縮することと、ズーム比の高倍率化とを両立させることができる。すなわち、第1群11と第2群12の屈折力を強くして第2群12の小さい移動量で大きな変倍比を得ようとする、望遠端で第1群11から発生する球面収差とコマ収差の補正が困難になる。第1群11に非球面を使い、近軸球面に対して補正不足型の球面収差を補正する方向に非球面化することで大きな効果を得ることができる。光束が広がったレンズL2、L3、L4のいずれかに非球面を導入すれば同様の効果が得られるが、レンズL4を非球面とすることで、非球面の製造が容易で安価に実現できる。

## 【0031】

【発明の効果】この発明は、変倍系を構成する第1群を第1の凹レンズ、直角プリズム、第1の凸レンズ、第2の凹レンズおよび第2の凸レンズの接合レンズを配した構成とするため、入射光軸方向の長さを大幅に短くできる。これにより、例えばビデオカメラに使用する場合に直方体のメカデッキの前に配置することで、ビデオカメラを分厚くも細長くもしないようにでき、デザインの自由度を高めることができる。

【0032】また、直角プリズムが第1の凹レンズと第1の凸レンズとの間に配されており、第1の凹レンズで主光線の傾角を小さくしたあとに直角プリズムを配置しているため、画角が広いにも拘らず直角プリズムは小さくて済む。しかも、第1の凹レンズと全体で正の屈折力を持つ第1の凸レンズ、第2の凹レンズ、第2の凸レンズのレンズ群とは、直角プリズムが介在されることで間隔が広がり、第1群の後側主点を後ろに寄せる構成となるため、第1群の焦点距離を短くできて広角化に有利となる。これにより、広角端の画角が広いわりには前玉径を小さくできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係るズームレンズの実施例の構成を示す図である。

【図2】実施例1の広角端における球面収差、非点収差、歪曲収差を示す図である。

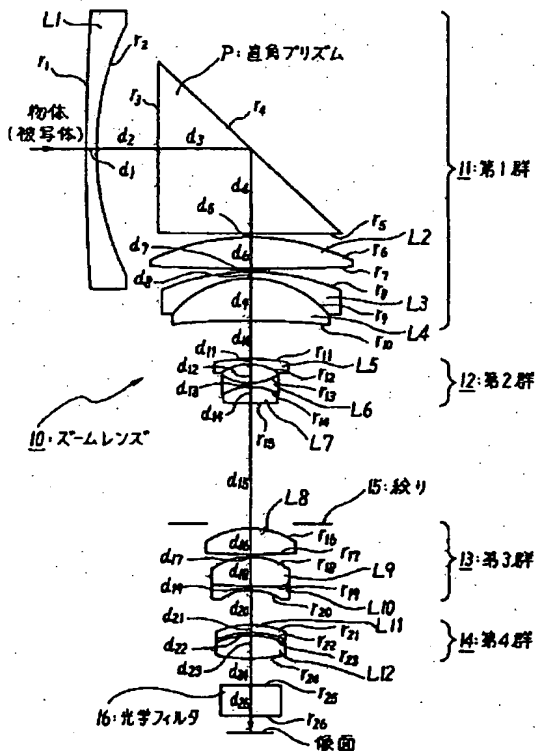
【図3】実施例1の中間の焦点距離における球面収差、

10 【符号の説明】

- 10 ズームレンズ
- 11 第1群
- 12 第2群
- 13 第3群
- 14 第4群
- 15 絞り
- 16 光学フィルタ

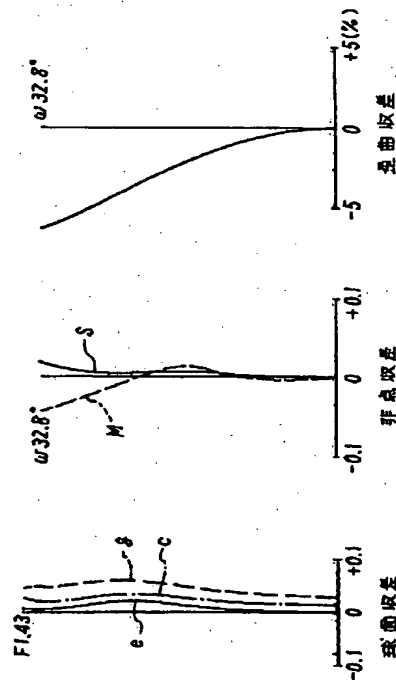
【図1】

実施例の構成



【図2】

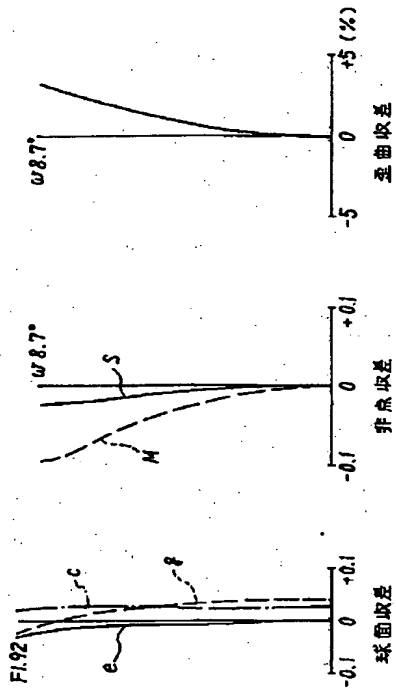
実施例1の広角端における球面収差、非点収差、歪曲収差





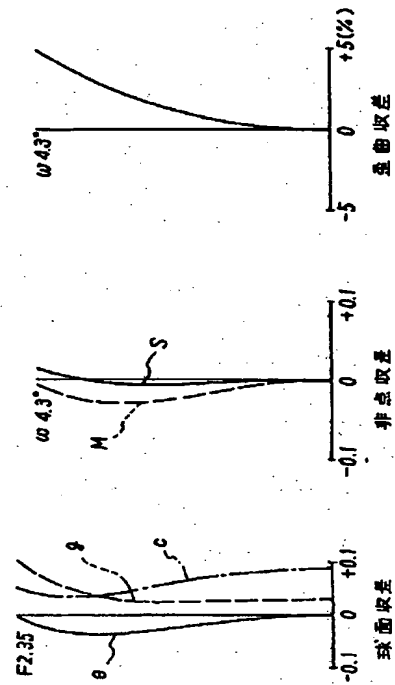
【図3】

実施例1の中間の焦点距離における  
球面収差、非点収差、歪曲収差



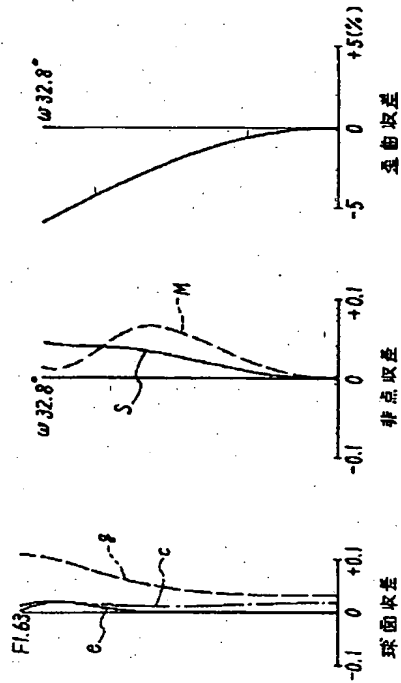
【図4】

実施例1の望遠端における球面収差、非点収差、歪曲収差



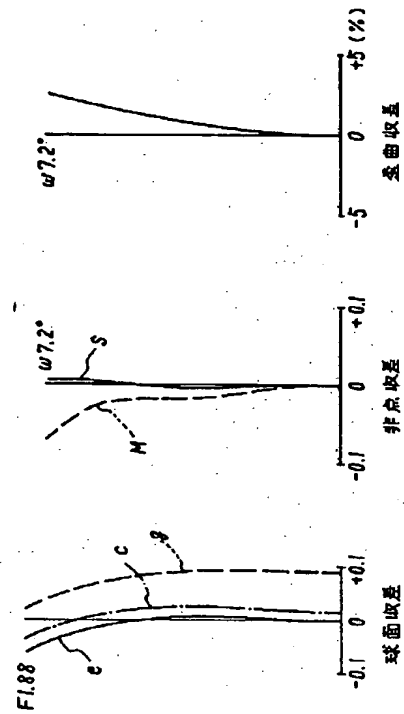
【図5】

実施例2の広角端における球面収差、非点収差、歪曲収差



【図6】

実施例2の中間の焦点距離における球面収差、非点収差、歪曲収差



【図7】

実施例2の望遠端における球面収差、非点収差、歪曲収差

